

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 10020894 A

(43) Date of publication of application: 23.01.98

(51) Int. Cl.

G10L 9/14
G10L 9/00
H03M 7/30
H04B 14/04

(21) Application number: 08171484

(22) Date of filing: 01.07.96

(71) Applicant: MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD

(72) Inventor: YAMANAKA RIYUUTAROU

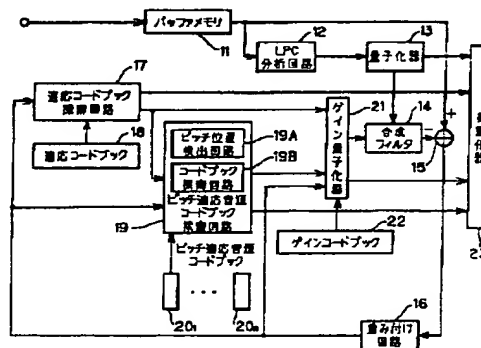
(54) SPEECH ENCODING DEVICE AND RECORDING MEDIUM

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To compose a speech source code vector with fidelity to an input speech from a relatively small bit rate in a speech encoding system with a low bit rate of about 4kbits/sec.

SOLUTION: An adaptive code book searching circuit 17 generates an adaptive code vector, and a pitch adaptive speech source code book searching circuit 19 searches a pitch position in the adaptive code vector, and shifts the speech source code vector up to the pitch position by using the sound source code books 20₁-20_n with a lean mode taking the horizontal axis for a distance relative to the pitch position, and searches a vector minimizing a mean-square error of the residual signals with weights. By taking a linear summation of n-pieces of speech code vectors and shifting the obtained vector up to the pitch position, a speech source code vector adaptive to the pitch position is obtained, and when a speech is coded at a low bit rate of about 4kbits/sec, a speech source vector with fidelity to an input speech can be built up in a low operation volume and a low memory capacity.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO



BEST AVAILABLE COPY

特開平10-20894

(43)公開日 平成10年 (1998) 1月23日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 1 0 L 9/14			G 1 0 L 9/14	J
	9/00		9/00	B
H 0 3 M 7/30		9382-5K	H 0 3 M 7/30	B
H 0 4 B 14/04			H 0 4 B 14/04	Z

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平8-171484

(22)出願日 平成8年 (1996) 7月1日

(71)出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72)発明者 山 中 隆 太 朗

神奈川県横浜市港北区綱島東四丁目3番1号

松下通信工業株式会社内

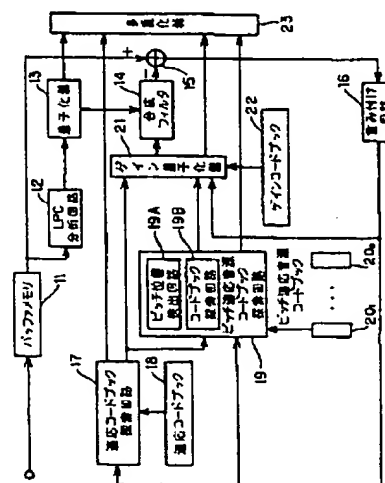
(74)代理人 弁理士 蔵合 正博

(54)【発明の名称】 音声符号化装置および記録媒体

(57)【要約】

【課題】 4kbit/s程度の低ビットレート音声符号化方式において、比較的少ないビットレートで、入力音声に忠実な音源コードベクトルを構成する。

【解決手段】 適応コードブック探索回路17で適応コードベクトルを生成し、ピッチ適応音源コードブック探索回路19では、適応コードベクトルの中でピッチ位置を探索し、ピッチ位置との相対的な距離を横軸に取って学習を行った音源コードブック20₁～20_nを用いて、その音源コードベクトルをピッチ位置までシフトして、重み付き残差信号の平均自乗誤差を最小にするベクトルを探索する。n個の音源コードベクトルの線形和を取り、得られたベクトルをピッチ位置までシフトすることにより、ピッチ位置に適応した音源コードベクトルが得られ、4kbit/s程度の低ビットレートで音声の符号化を行うとき、低演算量、低メモリ量で、入力音声に忠実な音源ベクトルを構築することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 入力信号をバッファリングするバッファメモリと、入力信号のLPC分析を行うLPC分析回路と、LPC係数を量子化する量子化器と、音源信号から合成音声を再生する合成フィルタと、入力音声から合成音声を差し引いた残差信号に聴感重み付けを行う重み付け回路と、重み付き残差信号からピッチ周期を予測し、適応コードブックを用いて適応コードベクトルを探索する適応コードブック探索回路と、ピッチに適応した雑音源を生成・量子化するピッチ適応雑音源と、ゲイン予測を行うゲイン量子化器およびゲインコードブックと、各量子化パラメータを多重化する多重化器とを備えた音声符号化装置。

【請求項2】 ピッチ適応雑音源が、ピッチ位置との相対的な距離を横軸にとって学習を行ったピッチ適応音源コードブックとピッチ適応音源コードブック探索回路とからなる請求項1記載の音声符号化装置。

【請求項3】 ピッチ適応音源コードブック探索回路が、ピッチ位置検出回路とコードブック探索回路からなる請求項2記載の音声符号化装置。

【請求項4】 ピッチ位置検出回路が、適応コードベクトルの振幅が最大となる位置を探索する請求項3記載の音声符号化装置。

【請求項5】 複数の n 個のコードブックの組合せによりピッチ適応音源コードベクトルを表し、各コードブックのコードベクトルが、他のコードブックのそれと互いに直交するように n 個毎にパルスを配置し、ベクトル長をサブフレーム長の $1/n$ 倍に圧縮したコードブックを有する請求項2から4のいずれかに記載の音声符号化装置。

【請求項6】 コードブック探索回路が、入力音声から合成音声を差し引いた残差信号に重みを付けた重み付き残差信号の平均自乗誤差を最小にするピッチ適応音源コードベクトルを探索・生成する請求項3または4記載の音声符号化装置。

【請求項7】 請求項5記載のピッチ適応音源コードブックを用い、請求項6記載のコードブック探索回路で、各コードブックの探索を行い、複数の n 個得られたコードベクトルの線形和を取ることにより、ピッチ適応音源コードベクトルを得る請求項3または4記載の音声符号化装置。

【請求項8】 請求項1から7のいずれかに記載の音声符号化装置をソフトウェアで実現したプログラムを記録した記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、音声符号化装置およびそれをソフトウェアで実現したプログラムを記録した記録媒体に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 8kbit/sの音声符号化方式として、IT

U-Tにより標準化されたConjugate-Structure Algebraic-Code-Excited-Linear-Predictive(CS-ACELP)Coding(Draft Recommendation G. 729)が知られている。図6にCS-ACELPのブロック図を示す。図6において、31は入力信号をバッファリングするバッファメモリ、32は入力信号のLPC分析を行うLPC分析回路、33はLPC係数を量子化する量子化器、34は音源信号から合成音声を再生する合成フィルタ、35は入力音声信号から合成音声を差し引いて残差信号を求める加算器、36は求めた残差信号に聴感重み付けを行う重み付け回路、37は過去の駆動音源を蓄える適応コードブック38から適応コードベクトルを探索する適応コードブック探索回路、39は雑音音源等の固定の音源ベクトルを蓄える固定コードブック40から固定コードベクトルを探索する固定コードブック探索回路、41はゲインコードブック42を用いてゲインの予測を行うゲイン量子化器、43は量子化されたLPC係数とそれぞれ探索されたコードベクトルと量子化ゲインとを多重化して符号化する多重化器である。この方式はフレーム長を80次元(10ms)として、サブフレーム長40次元(5ms)ごとに音源コードブック38、40が探索される。音源情報には、17ビットが割り当てられ、17ビットで4本の音源パルスの位置と符号を表すよう構成されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 このCS-ACELPにおいて、さらに低ビットレート(4kbit/s)化するためにフレーム長を160次元(20ms)、サブフレーム長を80次元(10ms)として、他は8kbit/sの場合と全く同じ構成にした場合、問題となるのは1サブフレームにつき4本の音源パルスしか探索・量子化することができないため、入力音声を忠実に再現することに限界が生じることである。

【0004】 したがって、4kbit/s程度の低ビットレート音声符号化方式においては、できるだけ少ないビットレートで、入力音声を忠実に再現する音声符号化方式が要求されている。

【0005】 本発明は、比較的少ないビットレートで、入力音声に忠実な音源コードベクトルを構成することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために、本発明は、ピッチパルス近傍における残差信号の冗長性を利用して、ピッチパルスを中心に、ピッチパルスとの相対的な距離を考慮に入れた学習法によりピッチ適応音源コードベクトルを求め、これによりピッチ適応音源コードブックを作成することで、4kbit/s程度の低ビットレートで音声の符号化を行うとき、できるだけ少ないビットレートで入力音声に忠実な音源コードベクトル

を構築するように音源コードブックを構成したものである。

【0007】またピッチ適応音源コードブックを複数に分割することにより、従来のCELP方式の音源コードブックのサイズよりもメモリ量、演算量が少なく済み、また、従来のCS-ACELPを4kbit/s化したときの音源コードベクトルよりも、入力音声に忠実に再現した音源コードベクトルが得られる。

【0008】

【発明実施の形態】本発明の請求項1記載の発明は、入力信号をバッファリングするバッファメモリと、入力信号のLPC分析を行うLPC分析回路と、LPC係数を量子化する量子化器と、音源信号から合成音声を再生する合成フィルタと、入力音声から合成音声を差し引いた残差信号に聴感重み付けを行う重み付け回路と、重み付き残差信号からピッチ周期を予測し、適応コードブックを用いて適応コードベクトルを探索する適応コードブック探索回路と、ピッチに適応した雑音源を生成・量子化するピッチ適応雑音源と、ゲイン予測を行うゲイン量子化器およびゲインコードブックと、各量子化パラメータを多重化する多重化器とを備えた音声符号化装置であり、ピッチパルス近傍の残差信号の冗長性を利用することにより、4kbit/s程度の低ビットレートで入力音声に忠実な音声の符号化を行うことが可能という作用を有する。

【0009】請求項2記載の発明は、ピッチ適応雑音源が、ピッチ位置との相対的な距離を横軸にとって学習を行ったピッチ適応音源コードブックとピッチ適応音源コードブック探索回路とからなる請求項1記載の音声符号化装置であり、ピッチ適応雑音源の構成として、ピッチ位置を固定しその近傍の雑音パルスをピッチ位置との相対的な距離を横軸にとって学習を行ったピッチ適応音源コードブックと、その音源コードブックを用いて探索を行い、ピッチ適応音源コードベクトルを生成するピッチ適応音源コードブック探索回路とすることにより、4kbit/s程度の低ビットレートで入力音声に忠実な音声の符号化を行うことが可能という作用を有する。

【0010】請求項3記載の発明は、ピッチ適応音源コードブック探索回路が、ピッチ位置検出回路とコードブック探索回路からなる請求項2記載の音声符号化装置であり、ピッチ位置検出回路により、検出されたピッチ位置を用いてコードブック探索を行い、ピッチに適応した音源コードベクトルを生成することにより、4kbit/s程度の低ビットレートで入力音声に忠実な音声の符号化を行うことが可能という作用を有する。

【0011】請求項4記載の発明は、ピッチ位置検出回路が、適応コードベクトルの振幅が最大となる位置を探索する請求項3記載の音声符号化装置であり、ピッチ位置の探索を容易に行うことが可能という作用を有する。

【0012】請求項5記載の発明は、複数のn個のコー

ドブックの組合せによりピッチ適応音源コードベクトルを表し、各コードブックのコードベクトルが、他のコードブックのそれと互いに直交するようにn個毎にパルスを配置し、ベクトル長をサブフレーム長の1/n倍に圧縮したコードブックを有する請求項2から4のいずれかに記載の音声符号化装置であり、複数のコードブックに分けて探索することにより、低演算量で探索が可能となり、ベクトル長をサブフレーム長の1/n倍とすることにより、低メモリ量にすることが可能という作用を有する。

【0013】請求項6記載の発明は、コードブック探索回路が、入力音声から合成音声を差し引いた残差信号に重みを付けた重み付き残差信号の平均自乗誤差を最小にするピッチ適応音源コードベクトルを探索・生成する請求項3または4に記載の音声符号化装置であり、検出されたピッチ位置だけピッチ適応音源コードベクトルをシフトさせ、その中から最適なベクトルを探索することにより、4kbit/s程度の低ビットレートで入力音声に忠実な音声の符号化を行うことが可能という作用を有する。

【0014】請求項7記載の発明は、請求項5記載のピッチ適応音源コードブックを用い、請求項6記載のコードブック探索回路で各コードブックの探索を行い、複数のn個得られたコードベクトルの線形和を取ることにより、ピッチ適応音源コードベクトルを得る請求項3または4記載の音声符号化装置であり、低演算量、低メモリ量で、4kbit/s程度の低ビットレートで入力音声に忠実な音声の符号化を行うことが可能という作用を有する。

【0015】請求項8記載の発明は、請求項1から7のいずれかに記載の音声符号化装置をソフトウェアで実現したプログラムを記録した磁気ディスク、光磁気ディスクROMカードリッジ等の記録媒体であり、例えばパーソナルコンピュータ等にこれら記録媒体を入力することにより、請求項1から7記載のいずれかの音声符号化装置をソフトウェアにより実現できるという作用を有する。

【0016】以下、本発明の実施の形態について、図1から図4を用いて説明する。

(実施の形態1) 図1において、11は入力信号をバッファリングするバッファメモリ、12は入力信号のLPC分析を行うLPC分析回路、13はLPC係数を量子化する量子化器、14は音源信号から合成音声を再生する合成フィルタ、15は入力音声信号から合成音声を差し引いて残差信号を求める加算器、16は求めた残差信号に聴感重み付けを行う重み付け回路、17は過去の駆動音源を蓄える適応コードブック18から適応コードベクトルを探索する適応コードブック探索回路、19はピッチ適応音源コードブック20を用いて重み付き残差信号の平均自乗誤差を最小にするベクトルを探索するピッチ適応音源コードブック探索回路であり、ピッチ位置検出回路19Aとコードブック探索回路19Bとからな

る。2-1はゲインコードブック2.2を用いてゲインの予測を行うゲイン量子化器、2.3は量子化されたLPC係数とそれぞれ探索されたコードベクトルと量子化ゲインとを多重化して符号化する多重化器である。

【0017】次に本実施の形態における動作について説明する。入力信号はバッファメモリ11でバッファリングされ、サブフレーム長に分割される。サブフレーム長に分割された音声信号は、LPC分析回路12でLPC係数を算出し、量子化器13で量子化を行い、その出力の一方を多重化器23に入力して符号化し、他方はLPC係数に逆量子化されて合成フィルタ14の係数として入力される。合成フィルタ14には、ゲイン量子化器21でそれぞれスケールされた適応コードベクトルとピッチ適応音源ベクトルとの和が入力し、そこで合成音声を得られる。入力音声から合成音声を加算器15で減算することにより残差信号が得られ、この残差信号を重み付け回路16に通すことにより、重み付き残差信号が得られる。適応コードブック探索回路17では、重み付き残差信号を入力として、その平均自乗誤差が最小となるようにピッチ周期を算出する。算出したピッチ周期を多重化器23に入力して符号化する。次いで、このピッチ周期に基づいて、適応コードブック18から適応コードベクトルを生成する。

【0018】ピッチ適応音源コードブック探索回路19には、適応コードベクトルと重み付き残差信号が入力される。まず適応コードベクトルの中で振幅が最大となるパルス位置をピッチ位置として探索する。次いで、ピッチ位置との相対的な距離を横軸に取って学習を行ったピッチ適応音源コードブック20₁～20_nを用いて、そのコードベクトルをピッチ位置までシフトして探索を行う。探索は各コードブック20₁～20_nの中で、重み付き残差信号の平均自乗誤差を最小にするベクトルを探索する。探索の結果、n個の音源コードベクトルとそのインデックスが得られ、インデックスは多重化器23に入力して符号化される。また、n個のコードベクトルの線形和を取り、最終的なピッチ適応音源コードベクトルを生成する。ゲイン量子化器21には、適応コードベクトルとピッチ適応音源コードベクトルと重み付き残差信号が入力し、この重み付き残差信号の平均自乗誤差が最小になるように、適応コードベクトルとピッチ適応音源コードベクトルのゲインを求める。求められたゲインをゲインコードブック22により量子化して多重化器23に出力するとともに、それぞれのベクトルのスケールリングを行い、加算して音源信号を生成する。音源信号を合成フィルタ14に通すことにより合成音声を得られる。

【0019】次に、ピッチ適応音源コードブック探索回路19の詳細について説明する。図2はピッチ適応音源コードブック探索回路19の処理手順をフローチャートで示したもので、同図(a)はピッチ適応音源コードブック探索回路19全体の処理の流れを示し、ステップS

1がピッチ位置検出回路19Aの動作であり、ステップS2からS6までの動作がコードブック探索回路19Bの動作である。図2(b)はピッチ位置検出回路19Aの動作の詳細を示しており、入力された適応コードベクトルの中で振幅が最大となる位置を探索する。

【0020】なお、ピッチ位置検出法に関して、パルス列と適応コードベクトルとの波形歪みを最小化するピッチ位置を検出する方法や、それを合成波形領域で考え、パルス列による合成波形と適応コードベクトルによる合成波形との波形歪みを最小にするパルス位置を検出する方法などを用いることにより、ピッチ位置の検出の精度を上げることができる。また、ピッチ周期を利用して、得られたピッチ適応音源コードベクトルをピッチ周期化することにより、有声音部での性能向上を図ることができる。

【0021】図3はコードブック探索回路19Bの処理手順を示しており、検出したピッチ位置を用いて、第1コードブックをピッチ位置までシフトして重み付けを行い、入力音声との平均自乗誤差を最小にするコードベクトルを探索する。

【0022】第2コードブック以下も同様な操作を行うが、第2コードブック以降の探索では、それ以前に決定されたコードベクトルとの和を取ったベクトルを用いて探索を行う。以下同様な操作により、各コードブックで最適なコードベクトルが得られ、それらの和が最終的なピッチ適応音源コードベクトルとなる。

【0023】以上の処理を図解すると図4のようになり、生成されたピッチ適応音源コードベクトルは、互いに直交したベクトルの和で表されることがわかる。

【0024】なお、第1コードブックから順に一つずつコードベクトルの決定を行ったが、まず各コードブックから最適な候補を複数挙げておき、次に挙げた候補の中で全探索により最適な組合せを検出する処理すなわち予備選択処理を設けることで、より最適なピッチ適応音源コードベクトルが得られる。

【0025】図5はコードベクトルがピッチ位置までシフトする様子を図示したもので、各コードベクトルは、ピッチ位置との相対的な距離を横軸に取って学習されているので、ピッチの位置情報が分かれば各コードベクトルをピッチ位置までシフトして、サブフレーム長からはみ出た成分については切り捨てることにより得られる。

【0026】またこのとき、メモリ領域でiの位置にあるパルス位置を、探索の時点ではi'の位置にシフトする下記の変換式を用いることにより、メモリ領域ではサブフレーム長の1/n倍に圧縮されたコードベクトルも、探索の時点ではサブフレーム長に復元することができる。

【0027】

【数1】

$$i' = (i - \frac{F}{2 \cdot n}) \cdot n + (k - 1) + L$$

... (1)

ただし、 i ：メモリ領域でのパルス位置、 i' ：探索時点でのパルス位置、 F ：サブフレーム長、 n ：コードブックの分割数、 k ：コードブックの番号（0, 1, ..., $n-1$ ）、 L ：ピッチ位置である。

【0028】なお、図5はサブフレーム長を80次元とし、ピッチ適応音源コードブックを5分割、ピッチ位置を $L=58$ とした例であるが、この場合メモリ領域におけるコードベクトル長は $80 \div 5 = 16$ となり、ピッチ位置を時間の原点として、パルス位置（0, 1, ..., 7）までを時間軸上の負の領域、パルス位置（8, 9, ..., 15）を正もしくは原点として学習しているため、探索時点でコードベクトルを変換するとき、式

（1）の右辺第1項 $i-8$ でメモリ領域のパルス位置から8を減じている。また、第2項 $k-1$ で、それぞれコードブックの番号から1を減じた分だけシフトすることにより直交関係が保証され、さらに第3項で、ピッチ位置 L だけシフトすることによりピッチ適応が施される。

【0029】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、ピッチパルス近傍における、残差信号の冗長性を利用して、例えば、サブフレーム長80次元、音源コードブック5分割、1つの音源コードブックにつき3ビット（8種類）を割り当てることにより、1サブフレーム当たり15ビットでピッチに適応した音源コードベクトルを表すことができ、4kbit/s程度の低ビットレートで音声の符号化を行うとき、低演算量、低メモリ量で、入力音声に忠実な音源ベクトルを構築できるという有利な効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態による音声符号化装置の

構成を示すブロック図

【図2】（a）同装置におけるピッチ適応音源コードブック探索回路の探索処理手順を示すフロー図

（b）同ピッチ適応音源コードブック探索回路におけるピッチ位置検出回路の処理手順を示すフロー図

【図3】同ピッチ適応音源コードブック探索回路におけるコードブック探索回路の処理手順を示すフロー図

10 【図4】コードベクトルの和により表される適応音源コードベクトルの一覧図

【図5】ピッチ適応音源コードベクトルのピッチ位置 L までシフトする様子を示す遷移図

【図6】従来のCS-ACELP方式の音声符号化装置の構成を示すブロック図

【符号の説明】

11 バッファメモリ

12 LPC分析回路

13 量子化器

20 14 合成フィルタ

15 加算器

16 重み付け回路

17 適応コードブック探索回路

18 適応コードブック

19 ピッチ適応音源コードブック探索回路

19A ピッチ位置検出回路

19B コードブック探索回路

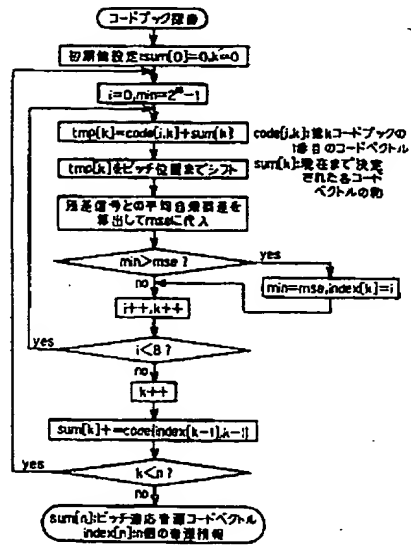
20、～20。 ピッチ適応音源コードブック

21 ゲイン量子化器

30 22 ゲインコードブック

23 多重化器

【図3】



【図4】

図4は、コードブック探索の各ステップにおける値を示す表と、最終的な音源コードベクトルと音源情報の表を示す。

表1: 第1コードブック

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	-9.2	0	0	0	0	23.0	...	0

表2: 第2コードブック

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	0	34.1	0	0	0	0	...	0.03

表3: 第3コードブック

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	0	0	20.5	0	0	0	...	0

表4: 第4コードブック

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	0	0	0	-07.4	0	0	...	0

表5: 第5コードブック

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	0	0	0	0	200	0	...	0

最終的に得たビット位置まで音源コードベクトル

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	-11.2	34.1	20.5	-07.4	200	23.0	...	0.03

最終的に得た音源情報

パルス位置	0	1	...	35	36	37	38	39	40	...	79
振幅	0	0	...	-9.2	0	0	0	0	23.0	...	0

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.